

平成30年西日本豪雨による広島県の被害調査報告
土石流・斜面災害班

地盤工学的な観点から今後の防災に重要な知見



広島大学大学院工学研究科社会基盤環境工学専攻 地盤工学研究室

土田 孝・橋本涼太

1. 土石流による道路・水道・河川・ため池などさまざまな社会基盤に対する甚大な被害の発生
2. 溪流基礎調査の見積もりを大きく上回る土砂流出発生
3. 河川周辺における地盤陥没の多発

1. 土石流による道路・水道・河川・ため池 などさまざまな社会基盤に対する甚大な 被害の発生

土石流による道路の被害

- ・ 県道34号線昭和口交差点付近における道路利用者の被災
- ・ 西条バイパス八本松付近での土石流流入
- ・ 山陽自動車道志和トンネルへの土石流の流入
- ・ 広島呉道路の盛土崩壊

県道34号線昭和入口交差点付近で発生した土石流による道路利用者の被災



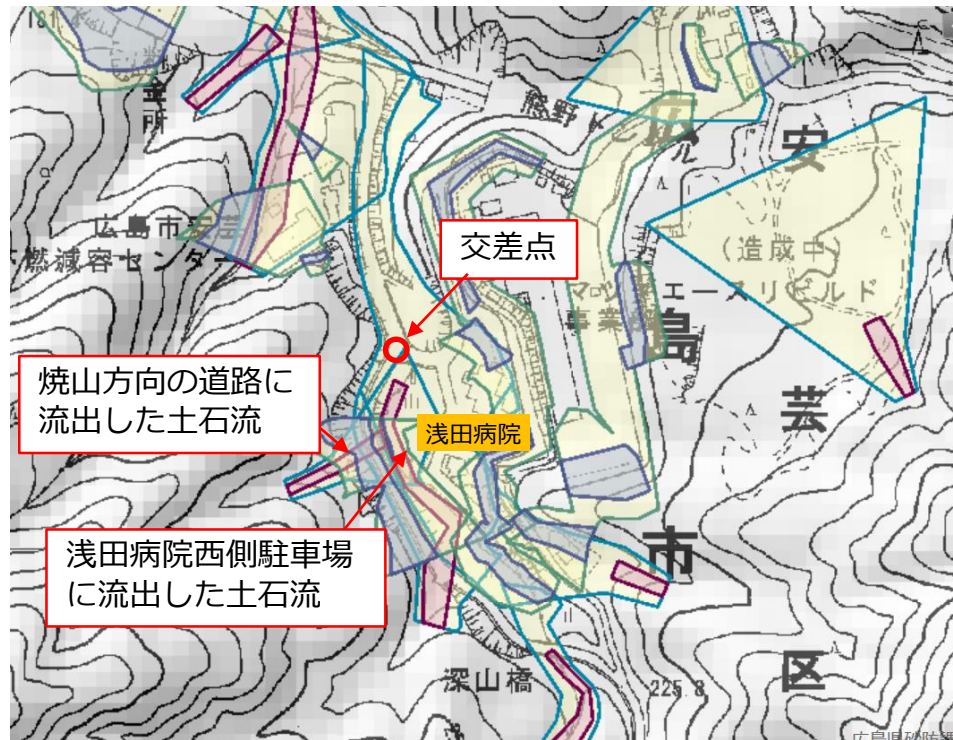
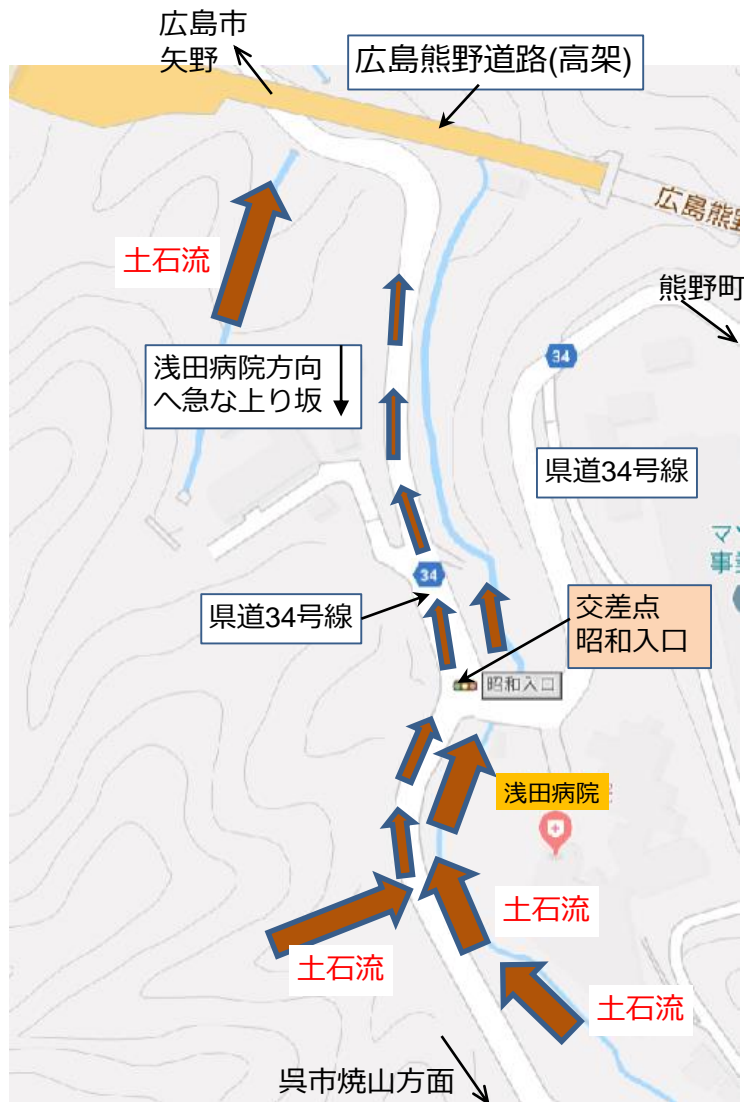
7月6日の午後7時頃、浅田病院近くの昭和入口交差点で信号待ちをしていた複数台の車に大量の土砂が流れ込んだ。さらに付近を走行していた車などおよそ10台も土砂崩れに巻き込まれた。

7月14日に被災現場の調査を行った。



被災現場と発生した土石流の方向

被災個所の道路状況と土砂災害危険度



被災個所は県道34号線浅田病院西の昭和入口交差点付近から矢野方面広島熊野道路高架下カーブまでの約300mである。

浅田病院の西の駐車場と交差点から焼山方面道路を80m進んだ箇所を出口とする2つのレッドゾーンが土砂災害警戒区と域になっており、その両者から土石流が発生した。

2つの土石流が、交差点付近から高架下方面の下り坂を流下し、道路上の車両を襲った。

土石流によって襲われてた状況の痕跡



カーブをした先にも流木や車両が流されていた。



ガード下まで流木等と一緒に押し流された車両



焼山方面道路に流出した土石流による車両の被害



折れたコンクリート製電柱に衝突して大破した車両



上流からの土石流と西から直行した土石流により一変した浅田病院駐車場



浅田病院方向の左側は川であり、吸い出されて陥没した路面。ガードレールは大きく川側に大きく変形。

国道2号線西条バイパスにおける土石流の道路への流出

八本松周辺 土石流位置図



提供：中国地方整備局広島国道事務所

国道2号線西条バイパスにおける土石流の道路への流出

土石流が発生した溪流のひとつ



溪流の出口から流出した流木と土砂と水
(9日, 森脇武夫広島工業大学教授提供)



大量の土砂が堆積した2号線溝迫交差点付近
(9日, 森脇武夫広島工業大学教授提供)



土石流の出口の前の橋梁工事現場。掘削箇所に3000m³程度の土砂が堆積したと推定される。



山陽自動車道志和トンネルへの土石流の流入

山陽自動車道志和トンネルの東広島側入口付近。大規模な表層崩壊により、土砂がトンネルの上下線に大量に流入した。



トンネル内監視カメラの映像。流木と土砂で形成された「流木・土砂ダム」が、トンネル内をゆっくりと出口に向かって移動している。



呉広島道路の盛土崩壊（土石流との関連）

土石流（約1500m³程度と推定）の流入口



盛土の崩壊は主要な**降雨が終わって約1日経過した7月8日午前8時頃に発生**した。仮に他の被災箇所（土砂の路面への流出など）がなかった場合、（1日経過により）通行止めを解除して道路利用者が被災する可能性があった。原因究明と安全対策が重要。



盛土崩壊の原因

(災害復旧に関する検討委員会:委員長村田秀一山口大学名誉教授)

- 盛土の崩壊は主要な降雨が終わって約1日経過した7月8日午前8時頃に発生した。
- 崩壊箇所の山側の溪流では土石流が発生していた。2,000m³程度の土砂が流出したと考えられる。土石流の発生時期は6日夜7時頃から7日午前の間と考えられる。
- 土石流（6日の夜から7日早朝に発生したとみられる）によって盛土の排水工は閉塞し、機能を失っていた。
- 土石流によって流出した土砂と水は、盛土の山側にダム上に堆積し、盛土内への浸透が続いた。また、流水の一部は路面を横断する方向に流れ、盛土のり面を浸食した。
（路面上の流水は崩壊前の点検時に観察されている）。
- 浸透により盛土内の水位が上昇し、安定が限界状態に達して崩壊したと考えられる。



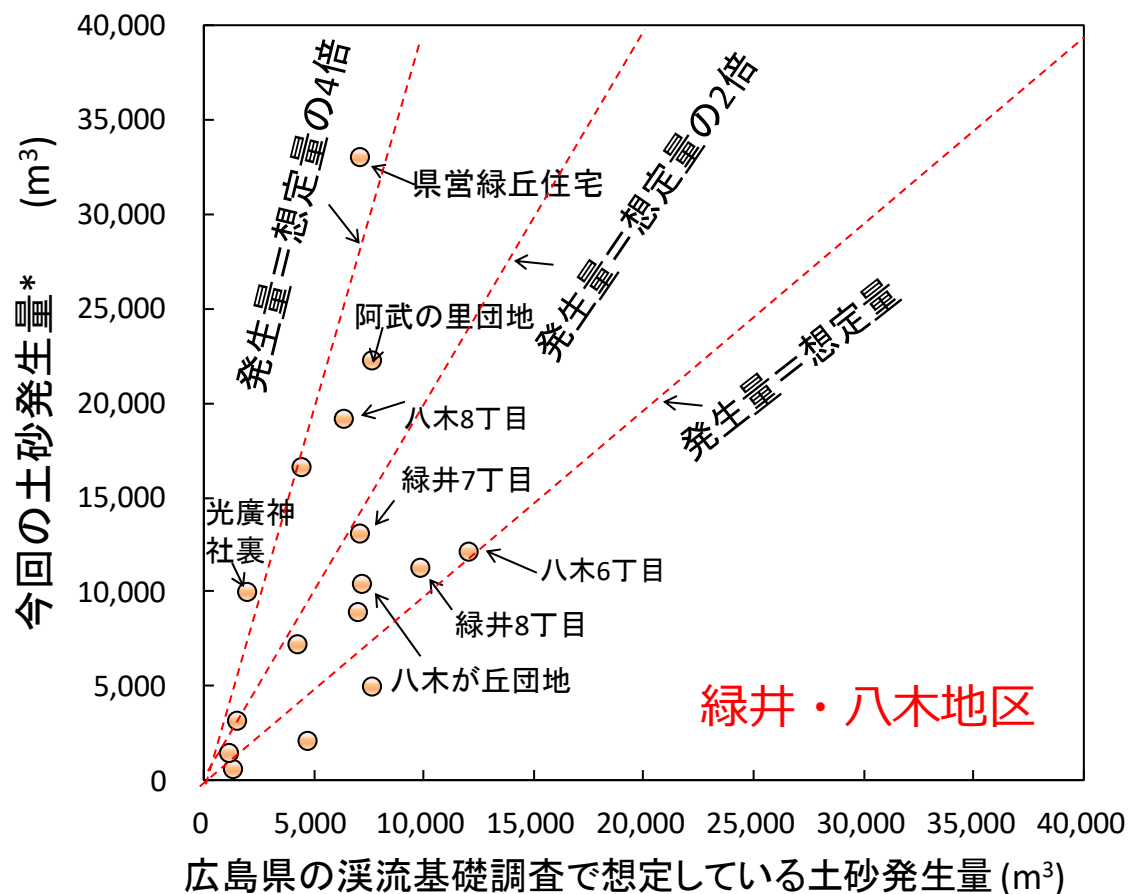
崩壊箇所近傍の道路山側で観察された
プール状の水たまり

(7月9日, 提供: 森脇武夫広島工業大
学教授)



2. 土砂災害警戒区域・特別警戒区域における 基礎調査の見積もりを大きく上回る土石流 の発生

2014年の石流で発生した土量と危険渓流の基礎調査で想定されていた土量の関係（安佐南区 緑井・八木地区）



*注意：中国地方整備局の調査による概算値であり、今後修正される可能性もある。

- ・ 緑井・八木地区の16の溪流のうち12の溪流で調査時の想定を上まわる量の土砂が流下した。
- ・ 特に被害が大きかった八木3丁目の溪流は、想定量の3～5倍発生している。

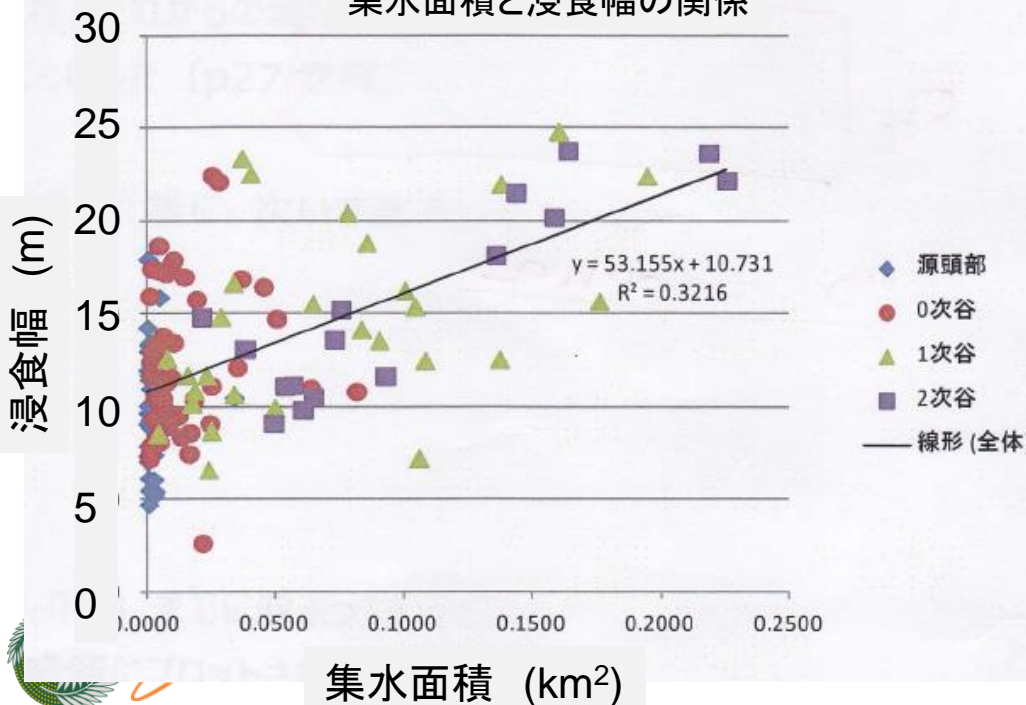
浸食幅と浸食深さの検証（被災前後のGISデータ）と見直し 広島県土砂災害警戒区域等法指定検討委員(2014)

災害前の調査結果と、
標高データから求めた
浸食断面の比較

*広島県土砂災害警戒区域等法指
定検討委員会資料より



集水面積と浸食幅の関係



2014年以前の方法では、**浸食幅**を平均**4.5m**程度に設定していた。
しかし、災害前後の標高データから浸食幅を求めると、**概ね10m以上**の渓流が多かった。(浸食深さは大きな差はなかった)。

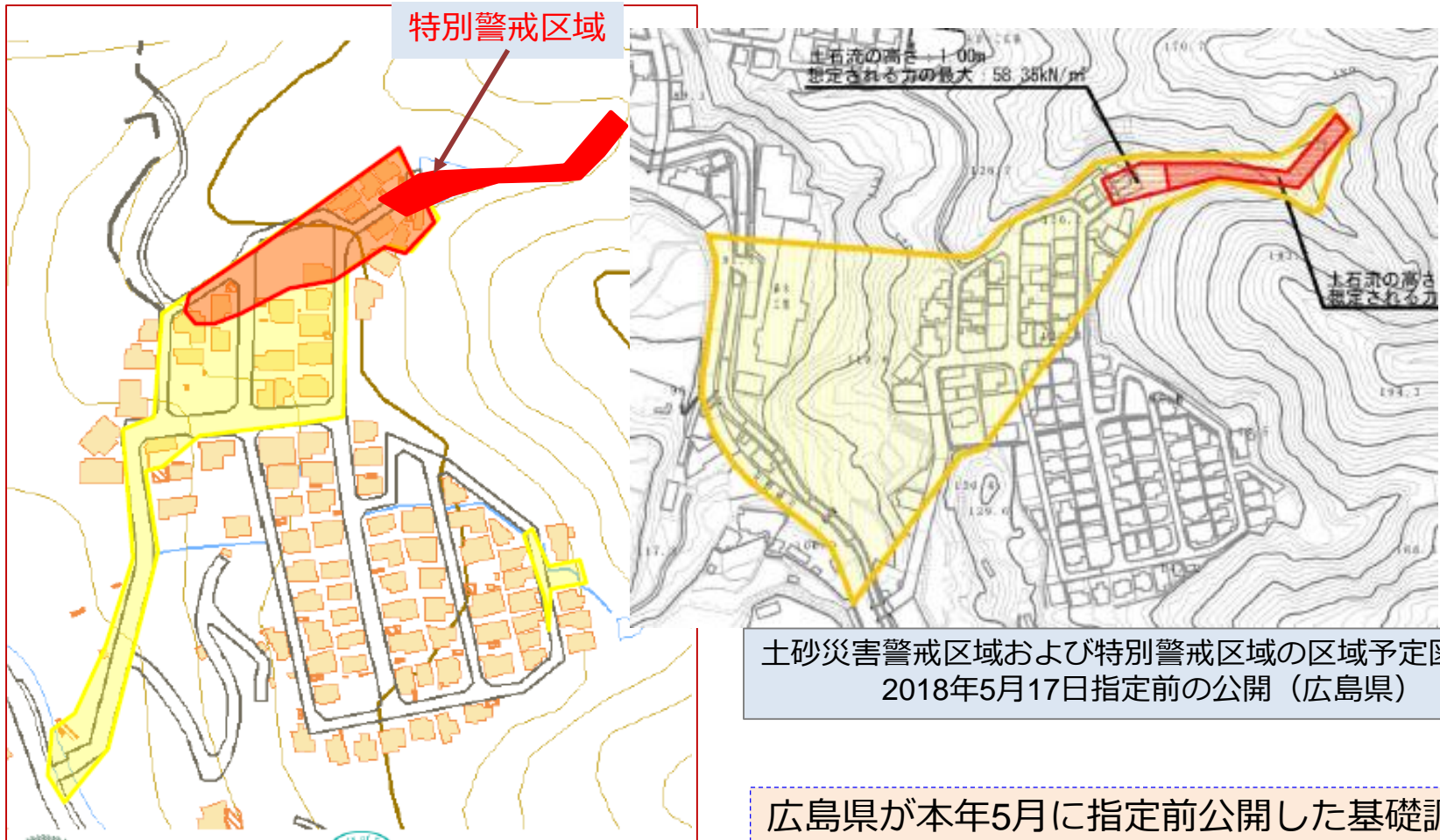
新たな推奨算定式



$$\text{浸食幅(m)} = 10.7 + 53.2 \times (\text{集水面積, km}^2)$$

2014年以降の基礎調査に適用。
算定される土量が大幅に増加し、**特別警戒区域の面積が拡大**。

矢野東7丁目梅河団地における土石流と区域図（予定）の関係



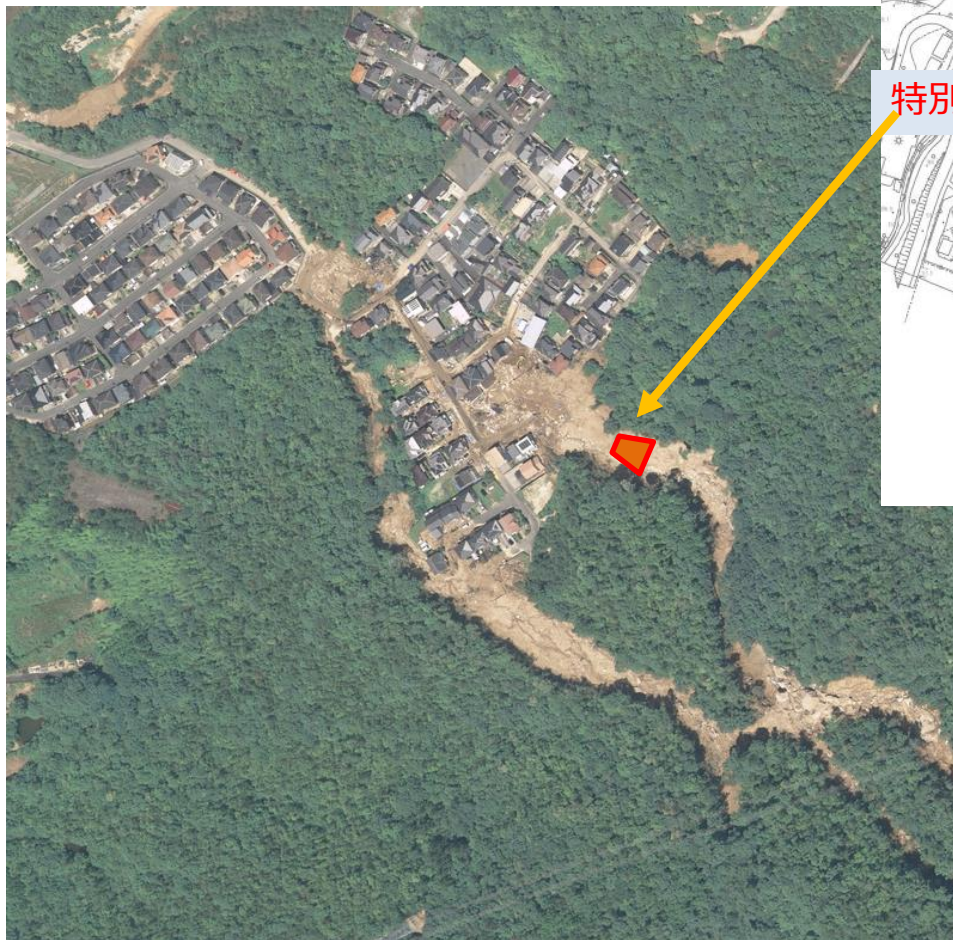
土砂災害警戒区域および特別警戒区域の区域予定図
2018年5月17日指定前の公開（広島県）

広島県が本年5月に指定前公開した基礎調査の結果による特別警戒区域（予定）を大きく超える範囲で甚大な被害が発生している。

- 深刻な住宅の損傷
- 土砂の流出範囲



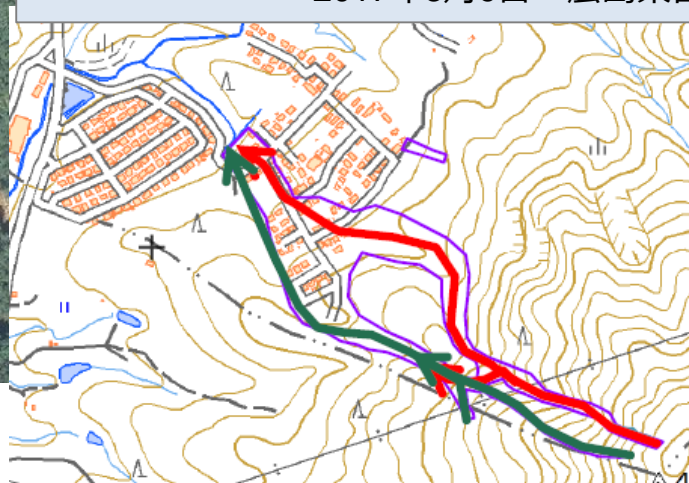
熊野町川角5丁目大原ハイツにおける土石流と区域図の関係



特別警戒区域



土砂災害警戒区域および特別警戒区域の区域図
2017年3月9日 広島県告示



想定される土石流の流路
広島工業大学森脇武夫教授の調査による

国土地理院 <http://www.gsi.go.jp/common/000000044.gif>



県道34号線に流入した浅田病院裏の渓流の場合



特別警戒区域



土石流の高さ1.00m
想定される方の最大: 47.41t/m

土石流の高さ1.00m
想定される方の最大: 48.07t/m

土石災害警戒区域および特別警戒区域の
区域予定図2018年5月17日指定前の公開
(広島県)



広島県が本年5月に指定前公開した
基礎調査の結果では特別警戒区域（予
定）は渓流内に留まっている。

しかし、発生した土石流は住宅1戸
を完全に破壊し、病院横の駐車場全面
を厚さ5mで埋め、さらに県道34号に
流入する規模であった。



3. 河川周辺における地盤陥没の多発

- ・ 瀬野川沿いの国道2号線の崩壊
- ・ 県道34号線における道路の大規模な陥没
- ・ 都市内河川と平行する道路における陥没の多発

県道34号線における道路の大規模な陥没



- 全面は増水した川、背後からは土石流の流出という状況で大規模な陥没が発生した。
- 従来の侵食現象、吸出し現象では説明できない陥没もある。メカニズムの解明が必要。
- 道路に埋設されている通信ケーブル、ライフラインの被害も重視する必要がある。
- 被災後の通行止め解除を速やかに実施するため、陥没箇所を探查し安全確認する技術が実用的な技術が求められる。

防災・減災への課題

1. 土石流が道路や水道など社会基盤施設もたらした被害の分析と対策の検討。

2. 土石流による道路および道路利用者の被害

土石流流入のシミュレーション、流入の条件の分析（溪流と道路の関係、道路の勾配、幅員など）、危険個所の抽出、危険個所における今後の対応の検討。

3. 溪流基礎調査の見積もりを大きく上回る土砂流出発生 の 解明

土石流が発生した溪流における実際の発生土量と基礎調査による算定土量の比較検証。2014年の災害後、広島県の委員会で検証を行い算定方法を見直したが、再度検討する必要がある。

4. 河川周辺の地盤の陥没現象

陥没メカニズムの解明と陥没防止対策、陥没箇所の発見方法



平成30年7月豪雨による広島県の斜面崩壊分布図 (第三報)

広島大学平成30年7月豪雨災害調査団（地理学グループ）と防災科学技術研究所では、二次災害の防止に資するとともに、被害の広域的な把握、迅速な復旧の支援のために、広島県南部の崩壊発生地点の分布図を作成し、7月14日に第一報、16日に第二報を公表した。

1)さらに範囲を広げるとともに、2)位置の精度を上げ、3)崩壊の種類を区分して地図化した。

広島大学平成30年7月豪雨災害調査団地理学グループ

大学院文学研究科 准教授 後藤秀昭
大学院教育学研究科 准教授 熊原康博

崩壊開始点の地図化



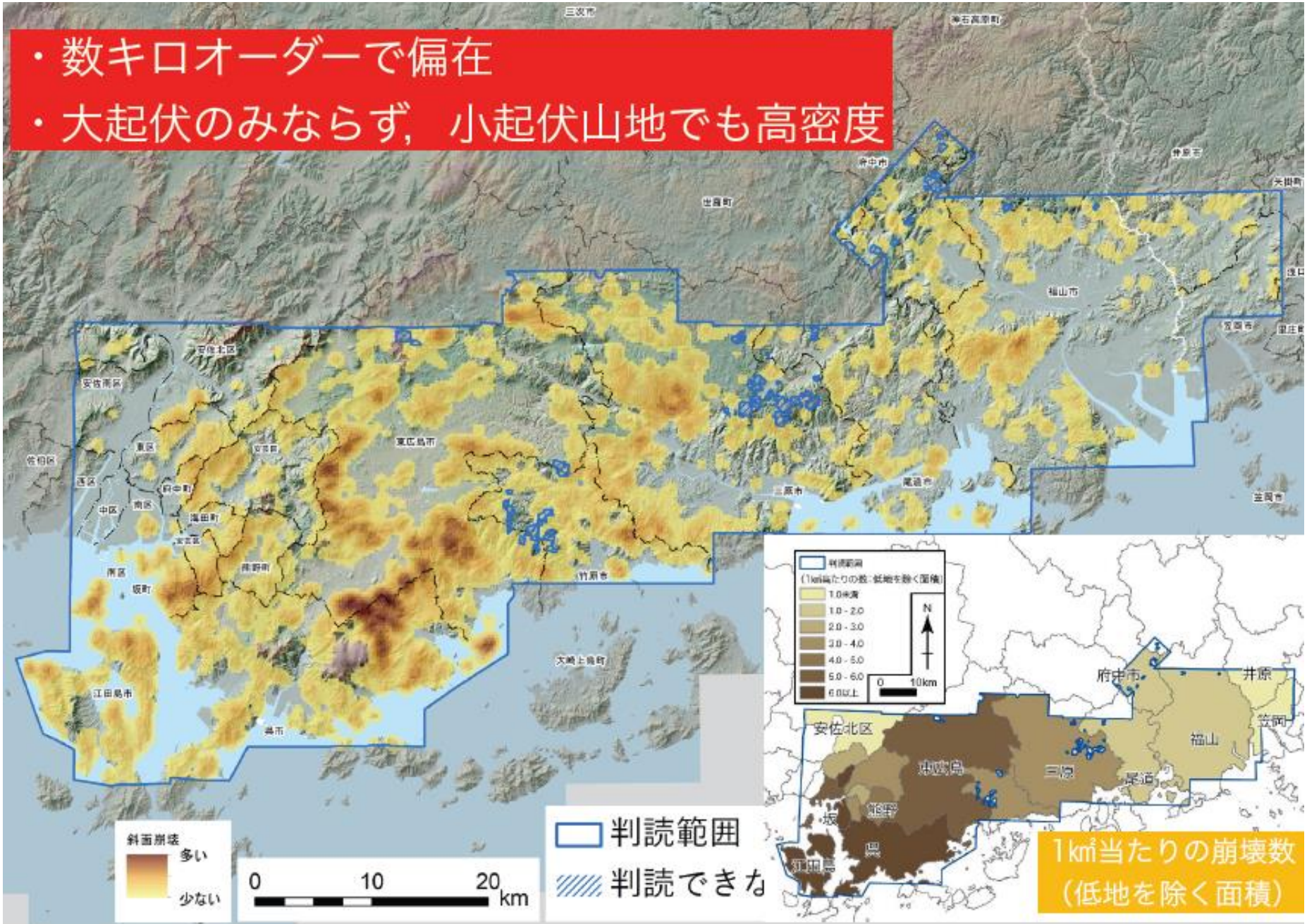
国土地理院撮影の空中写真を用いた
崩壊開始点の地図化

土石流

崖崩れ

2種類に区分

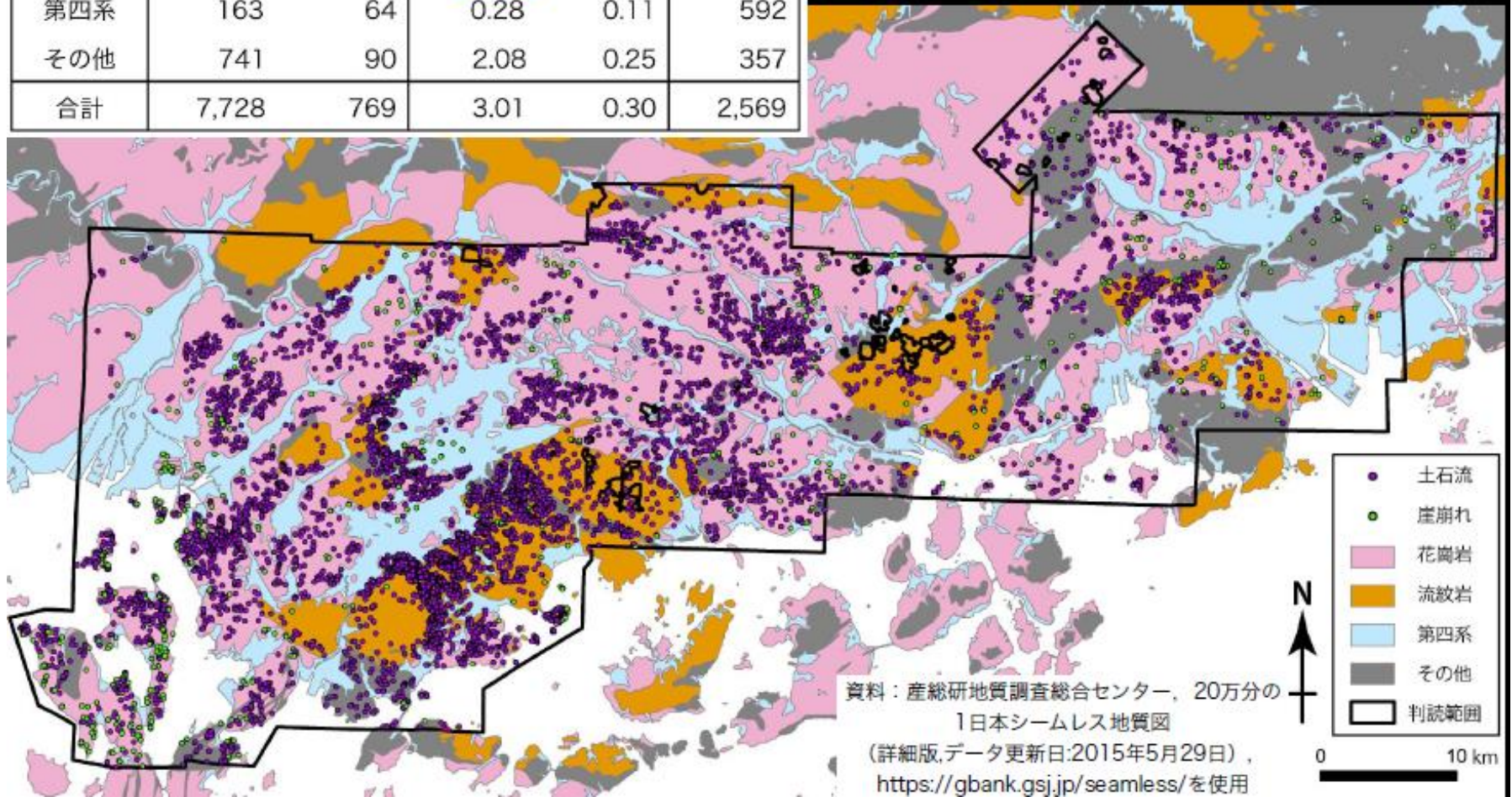
- ・ 数キロオーダーで偏在
- ・ 大起伏のみならず、小起伏山地でも高密度



斜面崩壊箇所の地質による違い

	崩壊件数		密度 (個/km ²)		面積 (km ²)
	土石流	崖崩れ	土石流	崖崩れ	
花崗岩	4,523	522	3.70	0.43	1,221
流紋岩	2,301	93	5.77	0.23	399
第四系	163	64	0.28	0.11	592
その他	741	90	2.08	0.25	357
合計	7,728	769	3.01	0.30	2,569

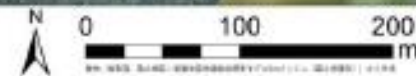
- ・ 地質による顕著な偏在なし
- ・ 土石流では流紋岩が高密度





広島大学平成30年7月豪雨災害調査団(地理学グループ)

後藤秀昭・熊原康博・若佐佳雄・山中 愛・湯田和也・元吉梨奈子・竹内 純・小川博乃香・原 健太・中田 高・村田 翔
内山庄一郎(国立研究開発法人 防災科学技術研究所)



まとめ

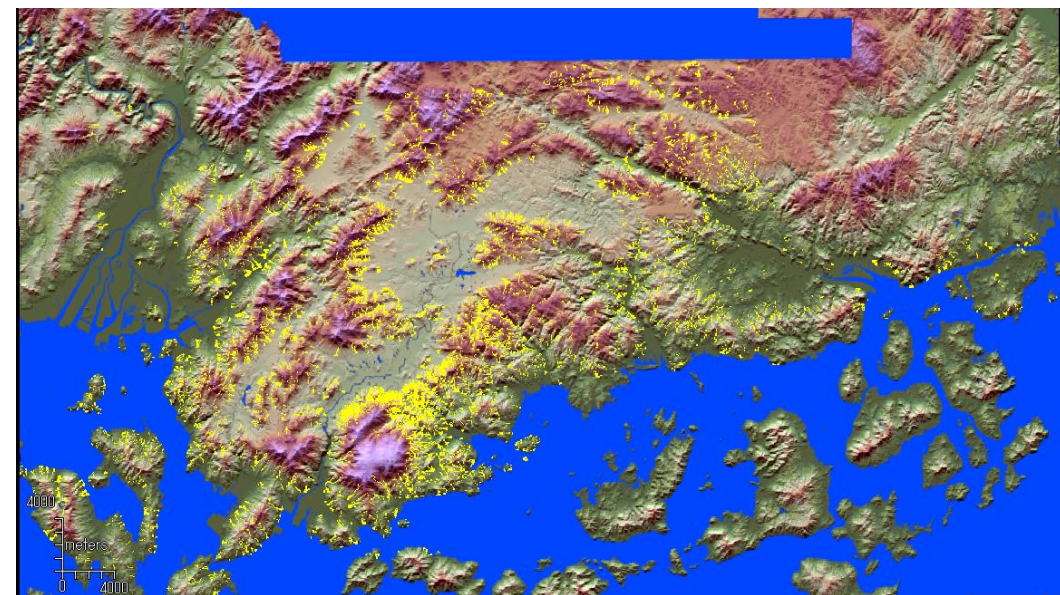
- 1) 広島県内で7,448箇所、斜面崩壊が発生した。市区町別では、東広島市で2,730箇所、呉市で1,460箇所、三原市で1,077箇所、江田島市で460箇所、竹原市で415箇所、広島市安芸区で334箇所、坂町で232箇所、熊野町で152箇所などとなっている。一度の降雨で発生した斜面崩壊件数としては過去最多の可能性がある。
- 2) 崩壊の種類では、土石流の発生源となった崩壊が6,852箇所、崖崩れが596箇所であり、約9割が谷を流下したことがわかった。
- 3) 崩壊が特に高密度な場所は、野呂山の北東から東側、東広島市西条町南部～同市安芸津町北部の蚊無峠付近である。
- 4) この地域の地質は、主に花崗岩と流紋岩が分布しているが、これらの地質による大きな違いは認められなかった。
- 5) 斜面崩壊跡のほとんどが、浅い谷地形をしていると読み取れ、斜面の表層が流下したものと考えらる。また、山地頂部に近い谷頭付近を発生源とする土石流が広域的に認められた。山頂近くでも崩壊を引き起こすような豪雨が広域的にあったものと推定される。

数値標高モデルによる広島県での 土石流氾濫域の推定に関する 予備的解析

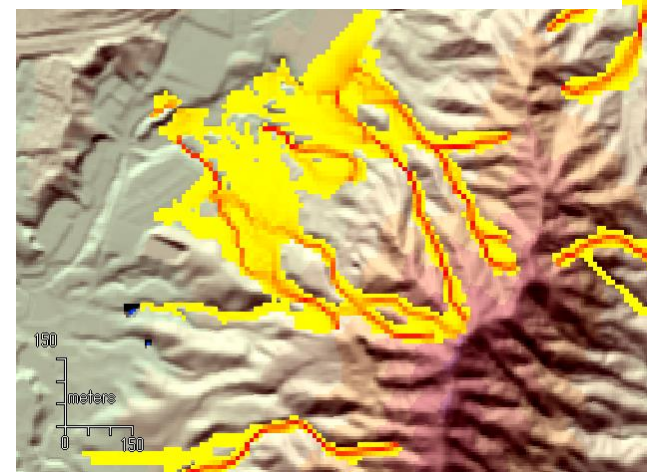
三浦弘之（広島大学大学院工学研究科）

数値標高モデルと土石流氾濫シミュレーション

- ✓ 広島大学地理学グループによる崩壊箇所を発生地点として、国土地理院の数値標高モデル（DEM）に基づき、Flow-Rによる広域の土石流氾濫シミュレーションを行った。
- ✓ 実際の氾濫域よりも、やや過大評価ではあるが、潜在的に住家被害・道路閉塞等の被害が発生しやすい箇所を簡便に把握できる。



土石流氾濫シミュレーション



災害後の航空写真



土石流警戒区域

